

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-064744

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl. G02B 25/00
G02B 13/18
G02B 15/20

(21)Application number : 09-227124

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 09.08.1997

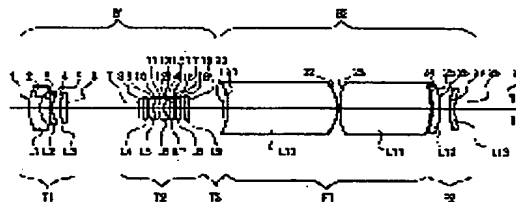
(72)Inventor : OSAWA TAKAYUKI

(54) TTL FINDER OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high finder magnification at low cost even when the focal distance of a photographing optical system functioning as an objective lens is short and an image inversion system exists in the optical path of a finder ocular optical system between a real image forming surface and a pupil surface.

SOLUTION: In the finder ocular optical system G2; a principal point position is thrust forward by arranging a positive lens group F1 → a negative lens group F2 in this order from an image surface side to the pupil surface in order to make the real length of the optical path long. The positive lens group F1 is constituted by using a thick positive meniscus lens L10 and a convex lens L11, a principal point interval is extended, and the entire length of the lens is made longer without changing the focal distance of the entire optical system. The 1st surface on an object side of the lens L10 near the real image surface of the positive lens group F1 is made concave to the object side. The negative lens group F2 is constituted of two lenses, that is, a positive meniscus lens L12 and a negative meniscus lens L13. By moving the lens L13 in an optical axis direction, the diopter of a finder is corrected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system It constitutes from the positive-lens group and negative-lens group which consist of one or more lenses, respectively. TTL finder optical system characterized by constituting from a lens which has the lens side of concave for the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side in a body side.

[Claim 2] The positive-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system according to claim 1 characterized by including the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[Claim 3] TTL finder optical system according to claim 1 or 2 characterized by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet.

[Claim 4] The negative-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-3 characterized by including the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[Claim 5] The negative-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-4 characterized by including at least one lens which is moved in the direction of an optical axis and amends a finder diopter.

[Claim 6] The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) f_M , It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f_1| / fW < 2.6$ ($f_1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f_3 / fW < 6.8$ ($f_3 > 0$)

(3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

(4) $1.75 < bfW / fW$ TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-5 characterized by including the zoom optical system to satisfy.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to improvement of the finder optical system used for cameras, such as for example, a lens shutter camera, a video camera, and a digital camera, and relates to the suitable TTL finder optical system for the TTL finder system of the TTL (Through the Taking Lens) method which observes the photographic subject real image by which image formation is especially carried out with photography optical system with finder eyepiece optical system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, it is called a digital camera etc., a photographic subject image is picturized by solid state image pickup devices, such as for example, a CCD (charge-coupled device) image pickup element, the image data of a photographic subject's static image (still picture) or a dynamic image (movie picture) is obtained, and the camera of the type recorded on IC (integrated circuit) card or a video floppy disk in digital one is spreading quickly. In this case, generally the PC card which is an IC card according to PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association-C memory card international association) specification as an IC card is used.

[0003] There are a comparatively large-sized thing which incorporated the component part of a digital camera on the basis of the body and optical system of a single lens reflex camera (one eye reflex camera) of the ordinary camera which uses a silver salt film, i.e., a silver salt camera, and a comparatively small thing equivalent to the compact camera of the range finder-lens shutter formula in a silver salt camera in this kind of digital camera. Also in the compact cameras and one eye reflex cameras which, on the other hand, use for example, ordinary 35mm silver salt film, such as the so-called 35mm lens shutter camera, the improvement in a performance is remarkable. For example, also equipping a compact camera with the taking lens of a focal distance adjustable method like a zoom lens, or expanding the variable power ratio (zoom ratio) further is performed.

[0004] By the way, image formation of a photographic subject's real image is carried out with object optical system among the finder systems used for various cameras, and the real-image formula finder system which presents observation of a user with this real image through eyepiece optical system is suitable for constituting the TTL finder optical system of the TTL method which uses photography optical system as object optical system. Photography optical system is because it is the lens system which forms a real image in the light-receiving side and film plane of the solid state image pickup device which used a photographic subject's real image for CCD etc. from the first. Such TTL finder optical system is suitable for the finder system of a digital camera or a video camera from the ability to observe a finder image equivalent to an actual photography image, and control a diopter comparatively easily.

[0005] A conventional example of a real-image formula finder system is shown in JP,5-341187,A. The real-image formula finder shown in this JP,5-341187,A It has the objective lens and ocular which both have positive refractive power. "the above-mentioned objective lens The 1st group which has positive refractive power in order from a body side, the 2nd group with negative

refractive power, Come to allot the 3rd group with positive refractive power, and the 4th group with positive refractive power, and image formation of the real image is carried out between the 4th group of the above, and the above-mentioned ocular with the above-mentioned objective lens. being constituted so that the above-mentioned real image may be observed through an ocular, increasing a scale factor by moving the 2nd group of the above to an eyepiece side from a body side, and moving the 4th group for the diopter change accompanying this increase in a scale factor — an amendment — it is” real-image formula variable power finder made like [0006] It is shown in above-mentioned JP,5-341187,A that the image reversal system and ocular using prism for making an erect image reverse an observation image from the real-image image formation side of the photographic subject by the objective lens of a real-image formula variable power finder before a pupil surface are arranged. In this case, a lens system with positive refractive power is constituted, and, as for the image reversal system, the ocular also has positive refractive power.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally in a finder system, it is desirable to obtain an always high finder scale factor, i.e., the finder scale factor enough near “1.” However, when the optical system between the real-image image formation sides of a real-image formula variable power finder and pupil surfaces which were shown in JP,5-341187,A mentioned above is used, TTL finder optical system is constituted and it combines with an objective lens with a short focal distance, a finder scale factor high enough cannot be obtained. TTL finder optical system consists of photography optical system and finder eyepiece optical system.

[0008] That is, what it functions on as an objective lens among TTL finder optical system is photography optical system, and the optical system from the real-image image formation side by this photography optical system to a pupil surface is called “finder eyepiece optical system” here. In TTL finder optical system, in order to realize a high finder scale factor in combination with the short photography optical system of a focal distance, it is necessary to also shorten the focal distance of finder eyepiece optical system. Since it is contradictory to one side, on the other hand demand of having to lengthen the true length of finder eyepiece optical system, and shortening the focal distance described previously for suitable image reversal, the device on a design is required.

[0009] Then, this invention person is TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system as Japanese Patent Application No. No. 137577 [nine to] previously. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system The TTL finder optical system which constitutes the lens near [by the aforementioned photography optical system of the lenses which consist of a positive-lens group and a negative-lens group, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side from a negative lens was proposed.

[0010] This TTL finder optical system can obtain a high finder scale factor, even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface. However, with the composition of such TTL finder optical system, since the lens near [of the positive-lens groups which constitute the aforementioned finder eyepiece optical system / aforementioned] the real-image image formation side is made into a negative lens, the manufacturing cost tends to increase.

[0011] this invention was made in view of the situation mentioned above, and even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface, it sets it as the purpose of a claim 1 to offer the TTL finder optical system which can obtain a high finder scale factor with a low manufacturing cost. The purpose of the claim 2 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can carry out aberration amendment appropriately especially. Especially the purpose of the claim 3 of this invention is to offer TTL finder optical system with little aberration with a low manufacturing cost.

[0012] The purpose of the claim 4 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can realize much more good aberration amendment.

[0013] The purpose of the claim 5 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can amend a finder diopter appropriately with easy composition especially. Especially the purpose of the claim 6 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can fully separate an exit-pupil position from the image surface, can secure a back focus long enough as photography optical system, and can secure a high finder scale factor even if it is bright at a high field angle and moreover uses the optical system of a big variable power ratio.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 1 In order to attain the purpose mentioned above, it is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system It is characterized by constituting from a lens which has the lens side of concave for the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the positive-lens groups and negative-lens groups which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side in a body side.

[0015] TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 2 is characterized by the positive-lens group of finder eyepiece optical system containing the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 3 is characterized by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 4 is characterized by the negative-lens group of finder eyepiece optical system containing the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 5 is characterized by including at least one lens with which the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter.

[0016] The TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 6 The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) fM, It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$)

(3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0, f3 > 0$)

(4) $1.75 < bfW / fW$ It is characterized by including the zoom optical system to satisfy.

[0017]

[Function] Namely, the TTL finder optical system by the claim 1 of this invention In the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system The finder eyepiece optical system arranged

between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system The lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the positive-lens groups and negative-lens groups which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side consists of lenses which have the lens side of concave in a body side. Such composition enables it to obtain a high finder scale factor with a low manufacturing cost, even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface.

[0018] The TTL finder optical system by the claim 2 of this invention contains the lens with which the positive-lens group of finder eyepiece optical system formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. such composition -- especially -- suitable -- an aberration amendment -- things become possible The TTL finder optical system by the claim 3 of this invention constitutes the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet. By such composition, aberration can be especially lessened with a low manufacturing cost.

[0019] The negative-lens group of finder eyepiece optical system considers TTL finder optical system by the claim 4 of this invention as the composition containing the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. Such composition enables it to realize much more good aberration amendment. The TTL finder optical system by the claim 5 of this invention contains at least one lens with which the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter. such composition -- especially easy composition -- suitable -- a finder diopter -- an amendment -- things are made

[0020] The TTL finder optical system by the claim 6 of this invention The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) f_M , It is $b_f W$ about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f_1| / f_W < 2.6$ ($f_1 < 0$) [in / f_W and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f_3 / f_W < 6.8$ ($f_3 > 0$)

(3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

(4) $1.75 < b_f W / f_W$ The zoom optical system to satisfy is included.

[0021] While fully being able to separate an exit-pupil position from the image surface and being able to secure a back focus long enough as photography optical system by such composition, even if it is bright at a high field angle and uses the optical system of a big variable power ratio, a high finder scale factor is securable.

[0022]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, based on the gestalt of operation, the TTL finder optical system of this invention is explained in detail with reference to a drawing. Drawing 1 and drawing 2 show the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. The optical-system plot plan in which drawing 1 shows the composition of TTL finder optical system typically, and drawing 2 are

the perspective diagrams showing typically the composition at the time of building the TTL finder optical system of drawing 1 into a camera.

[0023] Signs ω , R, D, and N_d and n_d which are used in the following explanation — half ω : — radius-of-curvature D: of a field angle R: optical surface — the Abbe number of the optical material of a refractive-index n_d : lens of the optical material of a spacing N_d : lens with the following optical surface (a pupil surface side is adjoined) shall be expressed, respectively

[0024] With the gestalt of this operation, securing a high finder scale factor combining the short photography optical system of a focal distance, in order to bend and draw a beam of light, the finder eyepiece optical system by this invention which has the true length of sufficient optical path is shown. The TTL finder optical system of the gestalt of this operation consists of this finder eyepiece optical system and aforementioned photography optical system. The TTL finder optical system shown in drawing 1 possesses the photography optical system G1 and the finder eyepiece optical system G2. The state when the photography optical system G1 which is a zoom lens is set to the short focal side edge section WIDE, i.e., a wide angle edge, is shown in drawing 1.

[0025] The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0026] Zooming from the wide angle edge shown in drawing 1 to a tele edge is faced. the 1st lens group T1 By moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way, it moves to an image side at the convex arc of a convex, and change of a focal position is amended. the 2nd lens group T2 By moving an optical-axis top to a body side in monotone, and performing variable power, by moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way, the 3rd lens group T3 moves to the convex arc of a convex, and performs variable power to a body side. Since drawing S moves in one with the 2nd lens group T2 on the occasion of zooming, movement of the 2nd lens group T2 is not barred by drawing S.

[0027] The synthetic focal distance of the whole system [in / f_M and a wide angle edge / for the focal distance of the Mth lens group ($M=1-3$)] f_W , the back focus length in the distance of the last lens side and the image surface, i.e., the wide angle edge, of the 3rd lens group in a wide angle edge — $b_f W$ ** — the time of carrying out — these — each following condition: — conditions (1) $2.4 < |f_1| / f_W < 2.6$ ($f_1 < 0$) Conditions (2) $f_3 / f_W < 6.8$ ($f_3 > 0$) and conditions (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$ $f_3 > 0$) And conditions (4) $1.75 < b_f W / f_W$ It is satisfied.

[0028] Conditions (1) The whole system is miniaturized and, for an amendment reason, it is the focal distance f_1 of the 1st lens group T1 good about aberration. It is the conditions which regulate the range, and at under a minimum, although the negative refractive power of the 1st lens group T1 becomes strong too much and it is advantageous to the miniaturization of the lens whole system, since many aberration, such as spherical aberration, gets worse, it is not desirable. Moreover, conditions (1) If an upper limit is exceeded, although aberration will become good, it becomes difficult to miniaturize the lens whole system. Conditions (2) It is the conditions which regulate the positive refractive power of the 3rd lens group T3, and if an upper limit is exceeded, the positive refractive power of the 3rd lens group T3 will become inadequate, an exit-pupil position will approach the image surface, and tele cent rucksack nature will be lost.

[0029] conditions (3) the [the 2nd lens group T2 which both has positive refractive power, and] — the conditions which regulate distribution of the refractive power of 3 lens groups T3 — it is — the [the 2nd lens group T2 and] — the composition number of sheets of 3 lens groups T3 — few — maintaining — a miniaturization — easy — carrying out — in addition — and they are the conditions of an amendment sake good about aberration Conditions (3) Under at a minimum, in order for the effect using the 3rd lens group T3 to decrease and to compensate the refractive power of the 3rd lens group T3, the refractive power of the 3rd lens group T3 becomes

inadequate, the refractive-power burden of the 2nd lens group T2 becomes excessive, spherical aberration gets worse and the flat nature of an image also becomes bad.

[0030] conditions (3) if an upper limit is exceeded, although the refractive-power burden of the 3rd lens group T3 becomes large, the refractive-power burden of the 2nd lens group T2 will be eased, aberration will become good and the flat nature of an image will also become good — the [the negative refractive power of the 1st lens group T1 and] — it agrees also in the inclination for both positive refractive power of 2 lens groups T2 to become weak, and the miniaturization of the whole system of optical system becomes difficult Conditions (4) If a minimum is exceeded about a back focus, it will become difficult to arrange the optical element used for optical-path division or an optical-path change. the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 — having — the [and] — 3 lens groups T3 consist of one lens L9

[0031] With the camera photoed by solid state image pickup devices, such as a CCD image sensor, behind the 3rd lens group T3, although not illustrated, the cover glass and the filter for protecting a solid state image pickup device are arranged, and image formation is carried out in the light-receiving side of a solid state image pickup device. A filter may contain the light filter further for color separation including an infrared light shading filter and a low pass filter. In order to constitute finder optical system, the optical element RM optical-path division of a one-way mirror etc. or for an optical-path change (refer to drawing 2) is formed in a back [of the 3rd lens group T3], i.e., image, side, and the flux of light of the photography optical system G1 is led to the finder eyepiece optical system G2 through an optical element RM. Since this optical element RM only deflects and draws an optical path, it is unrelated to optical-system arrangement, and is not shown in the optical-system plot plan of drawing 1 .

[0032] The finder eyepiece optical system G2 has the positive-lens group F1 and the negative-lens group F2. The positive-lens group F1 and the negative-lens group F2 are arranged toward a pupil surface side in order of the positive-lens group F1 and the negative-lens group F2 from an image surface side, and constitute the finder eyepiece optical system G2. The positive-lens group F1 consisted of positive meniscus lenses (it is, meniscus convex lens or when only calling it convex lens) L10 and convex lenses L11, and arranges these two lenses L10 and L11 in order of L10 and L11 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. The positive MENIKASU lens L11 with which the lens L10 turned the convex to the image side is a heavy-gage convex lens.

[0033] The lens L10 makes the concave surface the 1st page by the side of a body (the 21st page), and, as for the lens L11, makes the aspheric surface both sides (the 23rd page and the 24th page). The lens L10 just behind an optical element RM turns to a body side the 1st page made into the concave surface, and is arranged. The heavy-gage lenses L10 and L11 are constituted as prism for bending an optical path and securing the optical path length while reversing the sense of an image and considering as an erect normal image.

[0034] The negative-lens group F2 consisted of two lenses L12, i.e., a positive meniscus lens, and a negative meniscus lens (it is, a meniscus concave lens or only when calling it a concave lens) L13, and arranges these lenses L12 and L13 in order of L12 and L13 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L12 is a positive meniscus lens, and a lens L13 is a negative meniscus lens.

[0035] That is, in order to lengthen the true length of the optical path, the finder eyepiece optical system G2 has been arranged toward a pupil surface in order of the positive-lens group F1 → negative-lens group F2 from the image surface side, and has extruded the principal point position ahead further. Furthermore, by constituting the positive-lens group F1 from two lenses L10 and L11, and making heavy-gage both [these] the lenses L10 and L11, a principal point interval is extended and the lens overall length is lengthened, without changing the focal distance of all optical system.

[0036] If the beam-of-light height of the positive-lens group F1 is not made high, it becomes impossible however, to secure a suitable eye point, since the negative-lens group F2 has been arranged to the pupil surface side. On the other hand, the injection flux of light of the photography optical system G1 fully separates an exit-pupil position from the image surface,

strengthens tele cent rucksack nature, and is made to lessen influence of shading in a CCD image sensor etc. or KERARE, a color gap, etc. Then, it was made to lead the flux of light to a body side for the 1st page of the lens L10 near [in the positive-lens group F1 of the finder eyepiece optical system G2] the real image surface, i.e., the lens side by the side of a body, (the 21st page) as concave at a desired eye point.

[0037] For aberration amendment, the negative-lens group F2 was constituted from two lenses, the positive meniscus lens L12 and the negative meniscus lens L13, and good aberration amendment is attained. Moreover, the large interval of a lens L12 and a lens L13 can be taken, and a finder diopter can be amended by moving a lens L13 in the direction of an optical axis (the gestalt of this 1st operation corresponds to claims 1, 2, 5, and 6.). Drawing 3 is the optical-system plot plan showing typically the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[0038] In the TTL finder optical system shown in drawing 3, the same photography optical system G1 as drawing 1 and the finder eyepiece optical system G2 of drawing 1 possess different finder eyepiece optical-system G2A a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0039] the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 -- having -- the [and] -- 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2A. As for the same positive-lens group F1 as drawing 1, and the negative-lens group F2 of drawing 1, finder eyepiece optical-system G2A has different negative-lens group F2A a little. The positive-lens group F1 and negative-lens group F2A are arranged toward a pupil surface side in order of the positive-lens group F1 and negative-lens group F2A from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2A is constituted.

[0040] The positive-lens group F1 consisted of two lenses L10 and L11, and arranges these two lenses L10 and L11 in order of L10 and L11 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. Lenses L10 and L11 are positive meniscus lenses and heavy-gage convex lenses. The lens L10 makes the concave surface the 1st page by the side of a body (the 21st page), and, as for the lens L11, makes the aspheric surface both sides (the 23rd page and the 24th page). Negative-lens group F2A consisted of two lens L12A and L13A, and arranges these lens L12A and L13A in order of L12A and L13A one by one toward a pupil surface side from the image surface side.

[0041] Lens L12A is a positive meniscus lens, and lens L13A is a negative meniscus lens. The field by the side of the pupil surface of positive meniscus lens L12A by the side of a body (the 26th page) is made into the aspheric surface. The large interval of lens L12A and lens L13A can be taken, and a finder diopter can be amended by moving lens L13A in the direction of an optical axis. (The gestalt of this 2nd operation corresponds to claims 1, 2, 4, 5, and 6.) Drawing 4 is the optical-system plot plan showing typically the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention. Finder eyepiece optical-system G2 of photography optical-system [with the same TTL finder optical system shown in drawing 4 / as drawing 1] G1 and drawing 3 A possesses a different finder eyepiece optical-system G2B a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged.

[0042] The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd

lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed. the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 — having — the [and] — 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2B.

[0043] Finder eyepiece optical-system G2B has a different negative-lens group F2B a little from different positive-lens group F1A a little from the positive-lens group of drawing 1 , and negative-lens group F2A of drawing 3 . Positive-lens group F1A and negative-lens group F2B are arranged toward a pupil surface side in order of positive-lens group F1A and negative-lens group F2B from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2B is constituted.

Positive-lens group F1A consisted of two lens L10A and L11A, and arranges these two lens L10A and L11A in order of L10A and L11A one by one toward a pupil surface side from the image surface side.

[0044] Lens L10A and L11A are both heavy-gage lenses. Lens L10A is the negative meniscus lens which made the 1st page by the side of a body (the 21st page) the concave surface which serves as concave at a body side, and lens L11A is the convex lens which made both sides (the 23rd page and the 24th page) the aspheric surface convex. Negative-lens group F2B consists of only one lens (there is negative meniscus lens or case where concave lens is only called) L12B. This lens L12B is a negative meniscus lens. A finder diopter can be amended by moving this negative meniscus lens L12B in the direction of an optical axis. Since an aspheric lens does not move at this time, there is an advantage that change of the aberration when carrying out diopter amendment is small, and ends. The gestalt of this 3rd operation corresponds to claims 1, 2, 3, 5, and 6.

[0045] Drawing 5 is the optical-system plot plan showing typically the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention. The photography optical system G1 as drawing 1 with the same TTL finder optical system shown in drawing 5 and finder eyepiece optical-system G2B of drawing 4 possess different finder eyepiece optical-system G2C a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0046] the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 — having — the [and] — 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2C. As for the same positive-lens group F1A as drawing 4 , and negative-lens group F2B of drawing 4 , finder eyepiece optical-system G2C has different negative-lens group F2C a little. Positive-lens group F1A and negative-lens group F2C are arranged toward a pupil surface side in order of positive-lens group F1A and negative-lens group F2C from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2C is constituted.

[0047] Positive-lens group F1A consisted of two lens L10A and L11A, and arranges these two lens L10A and L11A in order of L10A and L11A one by one toward a pupil surface side from the image surface side. Lens L10A and L11A are both heavy-gage lenses. Lens L10A is the positive meniscus type (it has positive refractive power) lens which made the 1st page by the side of a body (the 21st page) the concave surface which serves as concave at a body side, and lens L11A is the convex lens which made both sides (the 23rd page and the 24th page) the aspheric surface convex.

[0048] Negative-lens group F2C consists of only negative meniscus lens (it is, meniscus concave lens or when only calling it concave lens) L12C of one sheet. This lens L12C makes the aspheric

surface the 1st page by the side of the body (the 25th page). A finder diopter can be amended by moving this negative meniscus lens L12C in the direction of an optical axis (the gestalt of this 4th operation corresponds to claims 1, 2, 3, 4, 5, and 6.).

[0049]

[Example] Next, the concrete example of the TTL finder optical system in the gestalt of the 1st – the 4th operation by composition which was mentioned above is explained, respectively. The lens data in the 1st example which is an example concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 are shown in Table 1 – 4. Among these, Table 1 is data of the photography optical system G1, and Table 2 is data of the finder eyepiece optical system G2. Table 3 is the adjustable range of a variable part, and Table 4 is data of the aspheric surface.

[0050]

[Table 1]

面 番 号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可 変			
7	0.00000	0.50000	絞 り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可 変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可 変			

Photography optical system

[0051]

[Table 2]

面 番 号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.02900	実 像 面		
21	-19.36900	27.00000		1.49154	57.82
22	-14.73100	0.50000			
23*	20.00000	22.00000		1.49154	57.82
24*	-26.20800	0.50000			
25	-30.56500	1.78500		1.49154	57.82
26	-28.86400	2.25100			
27	53.26700	1.00000		1.49154	57.82
28	12.50000	15.00000			
29	0.00000		瞳 面		

Finder eyepiece optical system

[0052] Having written "0.00000" in Table 1 and 2 means that radius of curvature R is infinity (infinity), and it shows that the field concerned is a flat surface. [radius of curvature R] Therefore, drawing S is a flat surface. moreover, the positive-lens group F1 of the finder eyepiece optical system G2 -- most -- the lens L10 by the side of the real image surface -- the 21st page by the side of the real image surface is most made into concave at the body side In Table 1, the spacing with the optical surface (field number) next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 3 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 3 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE -- 14.99mm it is .

[0053]

[Table 3]

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

Adjustable range

[0054] the 5th page in Table 1, an octavus side, the 23rd page, and the 24th page -- a field number -- "*" (asterisk) -- a sign is attached, it is shown that the field concerned is the aspheric surface, and it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 4 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively That is, the aspheric surface is used also for both sides of the convex lens L11 of the positive-lens group F1 of the finder eyepiece optical system G2.

[0055]

[Equation 1]

$$X = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2Y^2}} + A_4Y^4 + A_6Y^6 + A_8Y^8 + A_{10}Y^{10}$$

$$C = \frac{1}{R}$$

[0056]

[Table 4]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1. 31712	1. 61687E-04	-5. 24932E-06	4. 02803E-07	-9. 24138E-09
8	-0. 73713	-6. 46089E-06	-3. 23545E-07	4. 89215E-08	
23	0.	-5. 83671E-05	-8. 30197E-08		
24	0.	-7. 76956E-05	8. 73413E-07		

Aspheric surface

[0057] The aberration view in this example is shown in drawing 6 – drawing 8 . In drawing 6 – drawing 8 , a dashed line shows sine condition and solid lines C, d, and F show each spectral line of C line with a wavelength of 656.28nm, d line with a wavelength of 587.56nm, and an F line with a wavelength of 486.13nm, respectively. The aberration view in which, as for drawing 6 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 7 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 8 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. It turns out that aberration is well amended also in any of drawing 6 – drawing 8 .

[0058] Next, the lens data in the 2nd example which is an example concerning the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 3 are shown in Table 5 – 8. Among these, Table 5 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 6 is data of finder eyepiece optical-system G2A in the 2nd example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 8 of a variable part of Table 7 are data of the aspheric surface.

[0059]

[Table 5]

面 番 号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可 変			
7	0.00000	0.50000	絞 り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可 変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可 変			

Photography optical system

[0060]

[Table 6]

面 番 号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.03300	実 像 面		
21	-19.06200	27.00000		1.49154	57.82
22	-14.63300	0.50000			
23*	20.00000	22.00000		1.49154	57.82
24*	-27.12500	0.50000			
25	-30.49400	1.77000		1.49154	57.82
26*	-29.86800	2.25100			
27	47.51700	1.00000		1.49154	57.82
28	12.50000	15.00000			
29	0.00000		瞳 面		

Finder eyepiece optical system

[0061] It sets to Table 5 and 6 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R=0.00000$. Radius-of-curvature $R=\infty$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. Therefore, drawing S is a flat surface. moreover, the positive-lens group F1 of finder eyepiece optical-system G2A — most — lens L10A by the side of the real image surface — the 21st page by the side of the real image surface is most made into concave at the body side In Table 5, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 7 between

the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 7 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE -- 14.99mm it is .

[0062]

[Table 7]

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

Adjustable range

[0063] In Table 5, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 8 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface, an octavus side, the 23rd page, the 24th page, and the 26th page. namely, the 26th page which is a field by the side of the pupil surface of positive meniscus lens L12A by the side of the body which constitutes both sides (the 23rd page, the 24th page) of heavy-gage convex lens L11A by the side of the pupil surface of the positive-lens group F1 of finder eyepiece optical-system G2A, and negative-lens group F2A -- the aspheric surface -- carrying out -- much more -- aberration -- good -- an amendment -- it is made like

[0064]

[Table 8]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-5.81935E-05	-8.43464E-08		
24	0.	-8.46959E-05	9.01600E-07		
26	0.	1.46280E-06	1.57511E-08		

Aspheric surface

[0065] The aberration view in the example of **** 2 is shown in drawing 9 - drawing 11 . The aberration view in which, as for drawing 9 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 10 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 11 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 9 - drawing 11 , it turns out that aberration is amended good. The lens data in the 3rd example which is an example concerning the gestalt of the 3rd operation shown in drawing 4 are shown in Table 9 - 12. Among these, Table 9 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 10 is data of finder eyepiece optical-system G2B in the 3rd example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 12 of a variable part of Table 11 are data of the aspheric surface.

[0066]

[Table 9]

面 番 号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可 変			
7	0.00000	0.50000	絞 り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可 変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可 変			

Photography optical system

[0067]

[Table 10]

面 番 号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.74800	実 像 面		
21	-10.00000	27.00000		1.49154	57.82
22	-12.32800	-0.50000			
23*	20.00000	12.80000		1.49154	57.82
24*	-23.81000	3.25000			
25	77.60600	1.00000		1.49154	57.82
26	9.82600	15.00000			
27	0.00000		瞳 面		

Finder eyepiece optical system

[0068] It sets to Table 9 and 10 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R=0.00000$. Radius-of-curvature $R=\infty$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. Therefore, drawing S is a flat surface. In Table 9, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 11 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN — a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 11 — the wide angle edge WIDE — 5.20mm and the middle focal distance MEAN — 8.80mm and a tele edge TELE — 14.99mm it is .

[0069]

[Table 11]

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

Adjustable range

[0070] In Table 9 and 10, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 12 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface, an octavus side, the 23rd page, and the 24th page. namely, both sides (the 23rd page, the 24th page) of heavy-gage convex lens L11A by the side of the pupil surface of positive-lens group F1A of finder eyepiece optical-system G2B -- the aspheric surface -- carrying out -- aberration -- good -- an amendment -- it is made like

[0071]

[Table 12]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-1.46253E-04	-1.38034E-06		
24	0.	-2.50641E-04	1.51017E-06		

Aspheric surface

[0072] The aberration view in this example is shown in drawing 12 - drawing 14 . Among these, the aberration view in which, as for drawing 12 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE and drawing 13 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 14 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 12 - drawing 14 , it turns out that aberration is amended good. The lens data in the 4th example which is an example concerning the gestalt of the 4th operation shown in drawing 5 are shown in Table 13 - 16. Among these, Table 13 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 14 is data of finder eyepiece optical-system G2C in the 4th example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 16 of a variable part of Table 15 are data of the aspheric surface.

[0073]

[Table 13]

面 番 号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可 変			
7	0.00000	0.50000	絞 り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可 変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可 変			

Photography optical system

[0074]

[Table 14]

面 番 号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.81000	実 像 面		
21	-10.00000	27.00000		1.49154	57.82
22	-12.43500	0.50000			
23*	20.00000	12.80000		1.49154	57.82
24*	-23.81000	3.25000			
25*	25.92500	1.00000		1.49154	57.82
26	7.77300	15.00000			
27	0.00000		瞳 面		

Finder eyepiece optical system

[0075] It sets to Table 13 and 14 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R=0.00000$. Radius-of-curvature $R=\infty$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. Therefore, drawing S is a flat surface. In Table 13, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 15 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 15 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE -- 14.99mm it is .

[0076]

[Table 15]

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

Adjustable range

[0077] In Table 13 and 14, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 16 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface, an octavus side, the 23rd page, the 24th page, and the 25th page. namely, the 25th page which is a field by the side of the body of negative meniscus lens L12C which constitutes both sides (the 23rd page, the 24th page) of heavy-gage convex lens L11A by the side of the pupil surface of positive-lens group F1A of finder eyepiece optical-system G2C, and negative-lens group F2C -- the aspheric surface -- carrying out -- much more -- aberration -- good -- an amendment -- it is made like

[0078]

[Table 16]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-1.43900E-04	-1.28714E-06		
24	0.	-2.08521E-04	1.29284E-06		
25	0.	4.26647E-05	2.20397E-06		

Aspheric surface

[0079] The aberration view in the 4th example is shown in drawing 15 - drawing 17. The aberration view in which, as for drawing 15, photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 16 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 17 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 15 - drawing 17, it turns out that aberration is amended good. The overall length of the finder eyepiece optical system G2 in the 1st - the 4th example which were mentioned above, and G2 A-G2C, and the photography optical system in each show the wide angle edge WIDE, the middle focal distance MEAN, and the finder scale factor (image scale factor) of a tele edge TELE in Table 17.

[0080]

[Table 17]

	ファインダ 光学系全長	ファインダ倍率	
第1の実施例	55.036mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	0.99
第2の実施例	55.021mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	1.01
第3の実施例	44.55mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	1.01
第4の実施例	44.55mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	0.91

[0081] According to Table 17, even if it uses the short photography optical system of a focal distance, and photography optical system is moreover in which situation of the wide angle edge WIDE, the middle focal distance MEAN, and a tele edge TELE considering the overall length of the finder eyepiece optical system G2 and G2 A-G2C as sufficient length for image reversal, it turns out that the high finder scale factor has been obtained. The finder eyepiece optical system combined with the short photography optical system of a focal distance can be devised, a high finder scale factor can be secured, and it can carry out [in / TTL finder optical system / as mentioned above] as / lengthen / the true length for image reversal / moreover].

[0082] Moreover, the finder eyepiece optical system G2 and G2 A-G2C are constituted from a positive-lens group F1, F1A and the negative-lens group F2, and F2 A-F2C. The positive-lens group F1 and F1A are constituted from combination of one or more positive lenses or a positive lens, and a negative lens. The lens side near the real image surface of this positive-lens group can be made into a concave surface at a body side, and it can consider as the TTL finder optical system by which aberration amendment was appropriately carried out as constituted the negative-lens group F2 and F2 A-F2C from the combination or the single negative lens of a positive lens and a negative lens.

[0083] It can consider as the TTL finder optical system with which much more good aberration amendment was given further again by using an aspheric lens for the positive-lens group F1, F1A and negative-lens group F2A, and F2C. Moreover, while fully separating an exit-pupil position from the image surface and securing a back focus long enough, even if it is bright at a high field angle and uses the photography optical system which makes it possible to obtain a big variable power ratio, a high finder scale factor is securable.

[0084]

[Effect of the Invention] In the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which was described above, and which carried out image formation with photography optical system like according to the claim 1 of this invention The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system It constitutes from the positive-lens group and negative-lens group which consist of one or more lenses, respectively. By constituting the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side from a lens which has the lens side of concave in a body side Even if the focal distance of the

photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface, the TTL finder optical system which can obtain a high finder scale factor with a low manufacturing cost can be offered.

[0085] the composition whose positive-lens group of finder eyepiece optical system contains the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface according to the TTL finder optical system of the claim 2 of this invention -- especially -- suitable -- an aberration amendment -- things become possible According to the TTL finder optical system of the claim 3 of this invention, aberration can be especially lessened with a low manufacturing cost by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet.

[0086] According to the TTL finder optical system of the claim 4 of this invention, the negative-lens group of finder eyepiece optical system becomes possible [realizing much more good aberration amendment] by composition considered as the composition containing the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. the composition containing at least one lens with which according to the TTL finder optical system of the claim 5 of this invention the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter -- especially easy composition -- suitable -- a finder diopter -- an amendment -- things are made

[0087] According to the TTL finder optical system of the claim 6 of this invention, photography optical system The 1st group optical system which has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) fM, It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$)

(3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0, f3 > 0$)

(4) $1.75 < bfW / fW$ While fully being able to separate an exit-pupil position from the image surface and being able to secure a back focus long enough as photography optical system by composition containing the zoom optical system to satisfy, even if it is bright at a high field angle and uses the optical system of a big variable power ratio, a high finder scale factor is securable.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the optical-system plot plan showing typically the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing typically the composition of the important section in the state where the TTL finder optical system of drawing 1 was actually built into the camera.

[Drawing 3] It is the optical-system plot plan showing typically the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 4] It is the optical-system plot plan showing typically the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 5] It is the optical-system plot plan showing typically the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 6] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 7] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 8] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 9] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 10] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 11] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 12] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 13] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 14] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge

concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 15] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 16] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 17] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Description of Notations]

G1 Photography optical system

G2, G2A, G2B, G2C Finder eyepiece optical system

T1 The 1st lens group

T2 The 2nd lens group

T3 The 3rd lens group

F1, F1A Positive-lens group

F2, F2A, F2B, F2C Negative-lens group

L1-L13, L10A, L11A, L12A, L12B, L12C Lens

RM Optical faculty material

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-64744

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 25/00
13/18
15/20

G 0 2 B 25/00
13/18
15/20

A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平9-227124

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月9日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大沢 孝之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

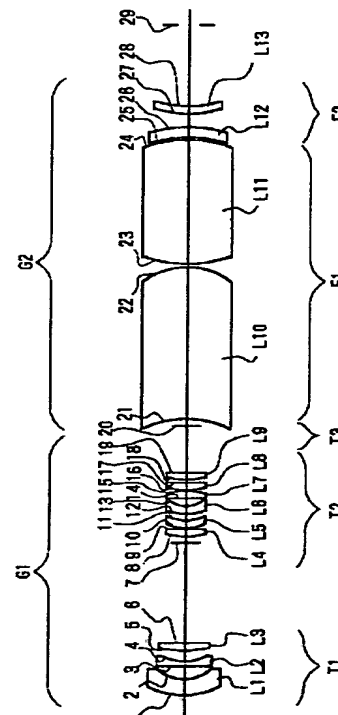
(74) 代理人 弁理士 真田 修治

(54) 【発明の名称】 TTLファインダ光学系

(57) 【要約】

【課題】 対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を低コストで得る。

【解決手段】 ファインダ接眼光学系G2は、その光路の実長を長くするために、像面側から瞳面に向かって、正レンズ群F1→負レンズ群F2の順に配置して、主点位置を前方に押し出す。正レンズ群F1を厚肉の正のメニスカスレンズL10と凸レンズL11を用いて構成し、主点間隔を広げ、全光学系の焦点距離を変更せずにレンズ全長を長くする。正レンズ群F1の実像面近傍のレンズL10の物体側の第1面を物体側に凹面とする。負レンズ群F2を正のメニスカスレンズL12と負のメニスカスレンズL13の2枚のレンズで構成し、レンズL13を光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを、物体側に凹のレンズ面を有するレンズで構成したことを特徴とするTTLファインダ光学系。

【請求項2】 ファインダ接眼光学系の正レンズ群は、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含むことを特徴とする請求項1に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項3】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成したことを特徴とする請求項1または2に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項4】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群は、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含むことを特徴とする請求項1～3のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項5】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群は、

- (1) $2.4 < |f_1| / f_M < 2.6$
- (2) $f_3 / f_M < 6.8$
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$
- (4) $1.75 < b f_M / f_M$

を満足するズーム光学系を含むことを特徴とする請求項1～5のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばレンズシャッターカメラ、ビデオカメラおよびデジタルカメラ等のカメラに用いられるファインダ光学系の改良に係り、特に、撮影光学系で結像される被写体実像をファインダ接眼光学系により観察するTTL (Through the Taking Lens) 方式のTTLファインダシステムに好適なTTLファインダ光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタルカメラ等と称され、被写体像を、例えばCCD (電荷結合素子) 撮像素子等の固体撮像素子により撮像し、被写体の静止画像 (ステイル画像) または動画像 (ムービー画像) の画像データを得て、IC (集積回路) カードまたはビデオフロッピーディスク等にデジタル的に記録するタイプのカメラが急速に普及しつつある。この場合、ICカードとしては、PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association : PCメモリカード国際協会) 規格に従ったICカードであるPCカードが一般に用いられている。

【0003】この種のデジタルカメラには、銀塩フィル

光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含むことを特徴とする請求項1～4のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項6】 撮影光学系は、

物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、

上記第2群光学系の物体側に、ズーミング時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1 \sim 3$) の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_M 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_M$ とするとき、これらが条件：

- ($f_1 < 0$)
- ($f_3 > 0$)
- ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

ムを用いる在来のカメラ、すなわち銀塩カメラの一眼レフ (一眼レフレックスカメラ) のボディーおよび光学系を基本にして、デジタルカメラの構成部品を組み込んだ比較的大型のものと、銀塩カメラにおけるレンジファインダーレンズシャッター式のコンパクトカメラに相当する比較的小型のものとがある。一方、在来の、例えば35mm銀塩フィルムを使用する、いわゆる35mmレンズシャッターカメラ等のコンパクトカメラや一眼レフレックスカメラにおいても性能向上が著しい。例えば、コンパクトカメラにもズームレンズのような焦点距離可変方式の撮影レンズを装着するようにしたり、さらには、その変倍比 (ズーム比) を拡大したりすることが行われている。

【0004】ところで、各種カメラに用いられるファインダシステムのうち、対物光学系により被写体の実像を結像させ、この実像を接眼光学系を介して利用者の観察に供する実像式ファインダシステムは、対物光学系として撮影光学系を使用するTTL方式のTTLファインダ光学系を構成するのに適している。なぜならば、撮影光学系は、もともと被写体の実像をCCD等を用いた固体撮像素子の受光面やフィルム面に実像を形成するレンズ系だからである。このようなTTLファインダ光学系は、実際の撮影像と同等のファインダ像を観察することができ、比較的容易に視度を制御することができることから、特にデジタルカメラやビデオカメラのファイン

ダシステムに好適である。

【0005】実像式ファインダシステムの従来の一例が特開平5-341187号公報に示されている。この特開平5-341187号公報に示された実像式ファインダは、「共に正の屈折力を持つ対物レンズと接眼レンズとを有し、上記対物レンズは、物体側から順に正の屈折力を持つ第1群、負の屈折力を持つ第2群、正の屈折力を持つ第3群、正の屈折力を持つ第4群を配してなり、上記対物レンズにより上記第4群と上記接眼レンズとの間に実像を結像させ、接眼レンズを介して上記実像を観察するように構成され、上記第2群を物体側から接眼側へ移動させることにより倍率を増大させ、この倍率増加に伴う視度変化を、第4群を移動させることにより補正するようにした」実像式変倍ファインダである。

【0006】上記特開平5-341187号公報には、実像式変倍ファインダの対物レンズによる被写体の実像結像面から瞳面までの間に、観察像を正立像に反転させるためのプリズムを用いた像反転系および接眼レンズが配置されることが示されている。この場合、像反転系は、正の屈折力を持つレンズ系を構成し、接眼レンズも正の屈折力を有している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般にファインダシステムにおいては、常に高いファインダ倍率、すなわち

「1」に十分に近いファインダ倍率を得ることが望ましい。しかしながら、上述した特開平5-341187号公報に示された、実像式変倍ファインダの実像結像面と瞳面との間の光学系を使用して、TTLファインダ光学系を構成した場合、焦点距離の短い対物レンズと組み合わせたときは、十分に高いファインダ倍率を得ることができない。TTLファインダ光学系は、撮影光学系とファインダ接眼光学系とで構成される。

【0008】すなわち、TTLファインダ光学系のうち対物レンズとして機能するのが撮影光学系であり、ここでは、該撮影光学系による実像結像面から瞳面に至る光学系を「ファインダ接眼光学系」と称している。TTLファインダ光学系において、焦点距離の短い撮影光学系との組み合わせにおいて高いファインダ倍率を実現するためには、ファインダ接眼光学系の焦点距離も短くする必要がある。一方、これに対して、適切な像反転のためには、ファインダ接眼光学系の実長を長くしなければならず、先に述べた焦点距離を短くするという要求と矛盾するため、設計上の工夫が必要である。

【0009】そこで、本発明者は、先に特願平9-137577号として、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成するレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを負レンズで構

成するTTLファインダ光学系を提案した。

【0010】このTTLファインダ光学系は、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を得ることができる。しかしながら、このようなTTLファインダ光学系の構成では、前記ファインダ接眼光学系を構成する正レンズ群のうちの前記実像結像面近傍のレンズを負レンズとするため、製造コストが高みがちである。

【0011】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を低い製造コストで得ることができるTTLファインダ光学系を提供することを請求項1の目的としている。本発明の請求項2の目的は、特に、適切に収差補正し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項3の目的は、特に、低い製造コストで収差の少ないTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0012】本発明の請求項4の目的は、一層良好な収差補正を実現し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0013】本発明の請求項5の目的は、特に、簡単な構成で適切にファインダ視度を補正し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項6の目的は、特に、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離して十分に長いバックフォーカスを確保することができ、しかも高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても、高いファインダ倍率を確保することができるTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、上述した目的を達成するために、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを、物体側に凹のレンズ面を有するレンズで構成したことを特徴としている。

【0015】請求項2に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含むことを特徴としている。請求項3に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成したことを特徴としている。請求項4に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含む

ことを特徴としている。請求項5に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含むことを特徴としている。

【0016】請求項6に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズームリング時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設ける

- (1) $2.4 < |f_1| / f_{\text{W}} < 2.6$
- (2) $f_3 / f_{\text{W}} < 6.8$
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$
- (4) $1.75 < b f_{\text{W}} / f_{\text{W}}$

を満足するズーム光学系を含むことを特徴としている。

【0017】

【作用】すなわち、本発明の請求項1によるTTLファインダ光学系は、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系において、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを、物体側に凹のレンズ面を有するレンズで構成する。このような構成により、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を低い製造コストで得ることが可能となる。

【0018】本発明の請求項2によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含む。このような構成により、特に、適切に収差補正することが可能となる。本発明の請求項3によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成する。このような構成により、特に、低い製造コストで収差を少なくすることができる。

【0019】本発明の請求項4によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少な

- (1) $2.4 < |f_1| / f_{\text{W}} < 2.6$
- (2) $f_3 / f_{\text{W}} < 6.8$
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$
- (4) $1.75 < b f_{\text{W}} / f_{\text{W}}$

を満足するズーム光学系を含む。

【0021】このような構成により、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保することができるとともに、高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても高いファインダ倍率を確保することができる。

とともに、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1\sim3$) の焦点距離を f_{W} 、広角端における全系の合成焦点距離を f_{W} 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_{\text{W}}$ とするとき、これらが条件：

- ($f_1 < 0$)
- ($f_3 > 0$)
- ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

くとも1面を非球面に形成した負レンズを含む構成とする。このような構成により、一層良好な収差補正を実現することが可能となる。本発明の請求項5によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含む。このような構成により、特に簡単な構成で適切にファインダ視度を補正することができる。

【0020】本発明の請求項6によるTTLファインダ光学系は、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズームリング時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1\sim3$) の焦点距離を f_{W} 、広角端における全系の合成焦点距離を f_{W} 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_{\text{W}}$ とするとき、これらが条件：

- ($f_1 < 0$)
- ($f_3 > 0$)
- ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

【0022】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に基づき、図面を参照して本発明のTTLファインダ光学系を詳細に説明する。図1および図2は、本発明の第1の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を示している。図1は、TTLファインダ光学系の構成を模式的に

示す光学系配置図、そして図2は、図1のTTLファインダ光学系をカメラに組み込んだ場合の構成を模式的に示す斜視図である。

【0023】以下の説明において使用する記号 ω 、 R 、 D 、 N_d および ν_d は、

ω ：半画角

R ：光学面の曲率半径

D ：次の（瞳面側に隣接する）光学面との面間隔

N_d ：レンズの光学材料の屈折率

ν_d ：レンズの光学材料のアッベ数

をそれぞれあらわすものとする。

【0024】この実施の形態では、焦点距離の短い撮影光学系と組み合わせて、高いファインダ倍率を確保しつつ、光線を折り曲げて導くために充分な光路の実長を有する本発明によるファインダ接眼光学系を提示する。このファインダ接眼光学系と前記撮影光学系とで、この実施の形態のTTLファインダ光学系を構成する。図1に示すTTLファインダ光学系は、撮影光学系G1およびファインダ接眼光学系G2を具備している。図1には、ズームレンズである撮影光学系G1が短焦点側端部、つまり広角端WIDEに設定されているときの状態を示している。

【0025】撮影光学系G1は、被写体、すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レ

条件(1) $2.4 < |f_1| / |f_w| < 2.6$ ($f_1 < 0$)、

条件(2) $f_3 / f_w < 6.8$ ($f_3 > 0$)、

条件(3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)、および

条件(4) $1.75 < b f_w / f_w$

を満足する。

【0028】条件(1)は、全系を小型化し、収差を良好に補正するため、第1レンズ群T1の焦点距離 f_1 の範囲を規制する条件であり、下限未満では、第1レンズ群T1の負の屈折力が強くなりすぎ、レンズ全系の小型化には有利であるが、球面収差等の諸収差が悪化するため好ましくない。また、条件(1)の上限を超えると、収差は良好になるが、レンズ全系を小型化することが困難になる。条件(2)は、第3レンズ群T3の正の屈折力を規制する条件であり、上限を超えると、第3レンズ群T3の正の屈折力が不十分となって射出瞳位置が像面に近づき、テレセントリック性が失われる。

【0029】条件(3)は、共に正の屈折力を持つ第2レンズ群T2および第3レンズ群T3の屈折力の配分を規制する条件であり、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3の構成枚数を少なく保って小型化を容易にし、なおかつ収差を良好に補正するための条件である。条件(3)の下限未満では、第3レンズ群T3の屈折力が不十分となって第3レンズ群T3を用いる効果が少なくなり、第3レンズ群T3の屈折力を補うために、第2レンズ群T2の屈折力負担が過大になって球面収差が悪化し、像の平坦性も悪くなる。

レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は、正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。

【0026】図1に示す広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群T1は、光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2レンズ群T2は、光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、第3レンズ群T3は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行う。絞りSは、ズーミングに際して、第2レンズ群T2と一体的に移動するので、絞りSにより第2レンズ群T2の移動が妨げられることはない。

【0027】第Mレンズ群(M=1~3)の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_w 、広角端における第3レンズ群の最終レンズ面と像面との距離、つまり広角端におけるバックフォーカス長を、 $b f_w$ とすると、これらは次の各条件：

【0030】条件(3)の上限を超えると、第3レンズ群T3の屈折力負担が大きくなり、第2レンズ群T2の屈折力負担が緩和され、収差が良好となり、像の平坦性も良好になるが、第1レンズ群T1の負の屈折力および第2レンズ群T2の正の屈折力双方が弱くなる傾向にも合致し、光学系の全系の小型化が困難になる。条件(4)は、バックフォーカスに関するものであり、下限を超えると、光路分割や光路切換えに用いる光学素子を配備することが困難になる。第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は、1枚のレンズL9で構成されている。

【0031】CCD撮像素子等の固体撮像素子で撮影するカメラでは、第3レンズ群T3の後方に、図示していないが固体撮像素子を保護するためのカバーガラスおよびフィルタが配置され、固体撮像素子の受光面に結像される。フィルタは、赤外光遮光フィルタおよびローパスフィルタを含み、さらに色分解用のカラーフィルタを含む場合もある。ファインダ光学系を構成するためには、第3レンズ群T3の後方、すなわち像側に、ハーフミラー等のような光路分割もしくは光路切換え用の光学素子

RM (図2参照) を設け、撮影光学系G1の光束を光学素子RMを介してファインダ接眼光学系G2に導く。該光学素子RMは、単に光路を偏向して導くだけであるので、光学系配置には無関係であり、図1の光学系配置図には示されない。

【0032】ファインダ接眼光学系G2は、正レンズ群F1および負レンズ群F2を有する。正レンズ群F1および負レンズ群F2は、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1、負レンズ群F2の順に配置してファインダ接眼光学系G2を構成している。正レンズ群F1は、正のメニスカスレンズ(メニスカス凸レンズあるいは単に凸レンズと称する場合もある) L10および凸レンズL11で構成され、これら2枚のレンズL10およびL11を、像面側から瞳面側に向かって順次L10、L11の順で配置している。レンズL10は、凸面を像側に向けた正のメニスカスレンズL11は、厚肉の凸レンズである。

【0033】レンズL10は、物体側の第1面(第21面)を凹面としており、レンズL11は、両面(第23面および第24面)を非球面としている。光学素子RMの直後のレンズL10は、凹面とした第1面を物体側に向けて配置される。厚肉のレンズL10およびL11は、像の向きを反転させて正立正像とするとともに光路を折曲して光路長を確保するためのプリズムとして構成される。

【0034】負レンズ群F2は、2枚のレンズ、すなわち、正のメニスカスレンズL12および負のメニスカスレンズ(メニスカス凹レンズあるいは単に、凹レンズと称する場合もある) L13で構成され、これらのレンズL12およびL13を、像面側から瞳面側に向かって順次L12、L13の順で配置している。レンズL12は、正のメニスカスレンズであり、レンズL13は負のメニスカスレンズである。

【0035】すなわち、ファインダ接眼光学系G2は、その光路の実長を長くするために、像面側から瞳面に向かって、正レンズ群F1→負レンズ群F2の順に配置して、主点位置を、一層前方に押し出している。さらに、正レンズ群F1を2枚のレンズL10およびL11で構成し、これら両レンズL10およびL11を厚肉化することにより、主点間隔を広げ、全光学系の焦点距離を変更せずにレンズ全長を長くしている。

【0036】しかしながら、瞳面側に負レンズ群F2を配置したため、正レンズ群F1の光線高さを高くしないと、適切なアイポイントを確保することができなくなる。一方、撮影光学系G1の射出光束は、射出瞳位置を像面から十分に離しテレセントリック性を強めて、CCD撮像素子等におけるシェーディング、あるいはケラレや色ずれ等の影響を少なくするようにしている。そこで、ファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1における実像面近傍のレンズL10の第1面、つまり物体側の

レンズ面(第21面)を物体側に凹として、所望のアイポイントに光束を導くようにした。

【0037】収差補正のためには、負レンズ群F2を正のメニスカスレンズL12と負のメニスカスレンズL13の2枚のレンズで構成し、良好な収差補正を達成している。また、レンズL12とレンズL13との間隔を広くとって、レンズL13を光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる(この第1の実施の形態は、請求項1、2、5および6に対応している。)。図3は、本発明の第2の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を模式的に示す光学系配置図である。

【0038】図3に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G1および図1のファインダ接眼光学系G2とは若干異なるファインダ接眼光学系G2Aを具備している。撮影光学系G1は、被写体、すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は、正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。

【0039】第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は、1枚のレンズL9で構成されている。第3レンズ群T3から射出される撮影光学系G1の光束をファインダ接眼光学系G2Aに導く。ファインダ接眼光学系G2Aは、図1と同様の正レンズ群F1および図1の負レンズ群F2とは若干異なる負レンズ群F2Aを有する。正レンズ群F1および負レンズ群F2Aを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1、負レンズ群F2Aの順に配置してファインダ接眼光学系G2Aを構成している。

【0040】正レンズ群F1は、2枚のレンズL10およびL11で構成され、これら2枚のレンズL10およびL11を、像面側から瞳面側に向かって順次L10、L11の順で配置している。レンズL10およびL11は、正のメニスカスレンズおよび厚肉の凸レンズである。レンズL10は、物体側の第1面(第21面)を凹面としており、レンズL11は両面(第23面および第24面)を非球面としている。負レンズ群F2Aは、2枚のレンズL12AおよびL13Aで構成され、これらのレンズL12AおよびL13Aを、像面側から瞳面側に向かって順次L12A、L13Aの順で配置している。

【0041】レンズL12Aは、正のメニスカスレンズであり、レンズL13Aは負のメニスカスレンズであ

る。物体側の正のメニスカスレンズL12Aの瞳面側の面(第26面)を非球面としている。レンズL12AとレンズL13Aとの間隔を広くとって、レンズL13Aを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。(この第2の実施の形態は、請求項1、2、4、5および6に対応している。)図4は、本発明の第3の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を模式的に示す光学系配置図である。図4に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G1および図3のファインダ接眼光学系G2Aとは若干異なるファインダ接眼光学系G2Bを具備している。撮影光学系G1は、被写体、すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。

【0042】第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は1枚のレンズL9で構成されている。第3レンズ群T3から射出される撮影光学系G1の光束をファインダ接眼光学系G2Bに導く。

【0043】ファインダ接眼光学系G2Bは、図1の正レンズ群とは若干異なる正レンズ群F1Aおよび図3の負レンズ群F2Aとは若干異なる負レンズ群F2Bを有する。正レンズ群F1Aおよび負レンズ群F2Bを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1A、負レンズ群F2Bの順に配置してファインダ接眼光学系G2Bを構成している。正レンズ群F1Aは、2枚のレンズL10AおよびL11Aで構成され、これら2枚のレンズL10AおよびL11Aを、像面側から瞳面側に向かって順次L10A、L11Aの順で配置している。

【0044】レンズL10AおよびL11Aは共に厚肉のレンズである。レンズL10Aは、物体側の第1面(第21面)を物体側に凹となる凹面とした負のメニスカスレンズであり、レンズL11Aは、両面(第23面および第24面)を非球面凸面とした凸レンズである。負レンズ群F2Bは、1枚のレンズ(負のメニスカスレンズあるいは単に凹レンズと称する場合がある) L12Bのみで構成されている。該レンズL12Bは、負のメニスカスレンズである。この負のメニスカスレンズL12Bを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。このとき、非球面レンズが移動しないので、視度補正したときの収差の変化が小さくて済むという利点がある。この第3の実施の形態は、

請求項1、2、3、5および6に対応している。

【0045】図5は、本発明の第4の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を模式的に示す光学系配置図である。図5に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G1および図4のファインダ接眼光学系G2Bとは若干異なるファインダ接眼光学系G2Cを具備している。撮影光学系G1は、被写体、すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は、正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。

【0046】第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は、1枚のレンズL9で構成されている。第3レンズ群T3から射出される撮影光学系G1の光束をファインダ接眼光学系G2Cに導く。ファインダ接眼光学系G2Cは、図4と同様の正レンズ群F1Aおよび図4の負レンズ群F2Bとは若干異なる負レンズ群F2Cを有する。正レンズ群F1Aおよび負レンズ群F2Cを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1A、負レンズ群F2Cの順に配置してファインダ接眼光学系G2Cを構成している。

【0047】正レンズ群F1Aは、2枚のレンズL10AおよびL11Aで構成され、これら2枚のレンズL10AおよびL11Aを、像面側から瞳面側に向かって順次L10A、L11Aの順で配置している。レンズL10AおよびL11Aは共に厚肉のレンズである。レンズL10Aは、物体側の第1面(第21面)を物体側に凹となる凹面とした正のメニスカス型(正の屈折力を有する)レンズであり、レンズL11Aは、両面(第23面および第24面)を非球面凸面とした凸レンズである。

【0048】負レンズ群F2Cは、1枚の負のメニスカスレンズ(メニスカス凹レンズあるいは単に凹レンズと称する場合もある) L12Cのみで構成されている。該レンズL12Cは、その物体側の第1面(第25面)を非球面としている。この負のメニスカスレンズL12Cを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる(この第4の実施の形態は、請求項1、2、3、4、5および6に対応している。)

【0049】

【実施例】次に、上述したような構成による第1～第4の実施の形態におけるTTLファインダ光学系の具体的な実施例をそれぞれ説明する。図1に示す第1の実施の形態に係る実施例である第1の実施例におけるレンズデータを表1～表4に示す。このうち、表1は、撮影光学

系G1のデータであり、表2は、ファインダ接眼光学系G2のデータである。表3は、可変部分の可変範囲、表4は、非球面のデータである。

【0050】

【表1】

撮影光学系

面番号	R	D		Nd	nd
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0051】

ファインダ接眼光学系

【表2】

面番号	R	D		Nd	nd
20	0.00000	1.02900	実像面		
21	-19.36900	27.00000		1.49154	57.82
22	-14.73100	0.50000			
23*	20.00000	22.00000		1.49154	57.82
24*	-26.20800	0.50000			
25	-30.56500	1.78500		1.49154	57.82
26	-28.86400	2.25100			
27	53.26700	1.00000		1.49154	57.82
28	12.50000	15.00000			
29	0.00000		瞳面		

【0052】表1および表2において曲率半径Rを「0.00000」と表記したのは、曲率半径Rが無限大(∞)であることを意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSは、平面である。また、ファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1の最も実像面側のレンズL10の最も実像面側の第21面を物体側に凹と

している。表1において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の(面番号の)光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表3の範囲で変化させることができる。表3に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端

TELEで14.99mmである。

【0053】

【表3】
可変範囲

面番号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

【0054】表1における第5面、第8面、第23面および第24面については、面番号に「*（アスタリスク）」なる記号を付して当該面が非球面であることを示しており、それぞれ数1の非球面の式に表4に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有し

ている。すなわち、ファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1の凸レンズL11の両面にも非球面が用いられている。

【0055】

【数1】

$$X = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2Y^2}} + A4Y^4 + A6Y^6 + A8Y^8 + A10Y^{10}$$

$$C = \frac{1}{R}$$

【0056】

非球面

【表4】

面	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-5.83671E-05	-8.30197E-08		
24	0.	-7.76956E-05	8.73413E-07		

【0057】図6～図8に本実施例における収差図を示す。図6～図8において、破線は正弦条件を示し、実線C、dおよびFはそれぞれ波長656.28nmのC線、波長587.56nmのd線および波長486.13nmのF線の各スペクトル線を示している。図6は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図7は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図8は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図6～図8のいずれにおい

ても収差がよく補正されていることがわかる。

【0058】次に、図3に示す第2の実施の形態に係る実施例である第2の実施例におけるレンズデータを表5～表8に示す。このうち、表5は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表6は、第2の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Aのデータであり、表2とは若干相違する。表7は、可変部分の可変範囲および表8は非球面のデータである。

【0059】

【表5】

撮影光学系

面番号	R	D		N d	νd
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0060】

ファインダ接眼光学系

【表6】

面番号	R	D		N d	νd
20	0.00000	1.03300	実像面		
21	-19.06200	27.00000		1.49154	57.82
22	-14.63300	0.50000			
23*	20.00000	22.00000		1.49154	57.82
24*	-27.12500	0.50000			
25	-30.49400	1.77000		1.49154	57.82
26*	-29.86800	2.25100			
27	47.51700	1.00000		1.49154	57.82
28	12.50000	15.00000			
29	0.00000		瞳面		

【0061】表5および表6においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSは、平面である。また、ファインダ接眼光学系G2Aの正レンズ群F1の最も実像面側のレンズL10Aの最も実像面側の第21面を物体側に凹としている。表5において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔

は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表7の範囲で変化させることができる。表7に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0062】

【表7】

可変範囲

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

【0063】表5において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面、第8面、第23面、第24面および第26面については、それぞれ数1の非球面の式に表8に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。すなわち、ファインダ接眼光学系G2Aの正レンズ群F1の瞳面側の厚肉の凸レンズL11Aの両面（第23面、第24面）

および負レンズ群F2Aを構成する物体側の正のメニスカスレンズL12Aの瞳面側の面である第26面を非球面として、一層収差を良好に補正するようにしている。

【0064】

【表8】

非球面

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-5.81935E-05	-8.43464E-08		
24	0.	-8.46959E-05	9.01600E-07		
26	0.	1.46280E-06	1.57511E-08		

【0065】図9～図11に本第2の実施例における収差図を示す。図9は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図10は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図11は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図9～図11のいずれにおいても、収差が良好に補正されていることがわかる。図

4に示す第3の実施の形態に係る実施例である第3の実施例におけるレンズデータを表9～表12に示す。このうち、表9は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表10は、第3の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Bのデータであり、表2とは若干相違する。表11は、可変部分の可変範囲および表12は、非球面のデータである。

【0066】

【表9】

撮影光学系

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0067】

ファインダ接眼光学系

【表10】

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.74800	実像面		
21	-10.00000	27.00000		1.49154	57.82
22	-12.32800	0.50000			
23*	20.00000	12.80000		1.49154	57.82
24*	-23.81000	3.25000			
25	77.60600	1.00000		1.49154	57.82
26	9.82600	15.00000			
27	0.00000		瞳面		

【0068】表9および表10においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSは平面である。表9において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表11の範囲で変化

させることができる。表11に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0069】

【表11】

可変範囲

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	9.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

【0070】表9および表10において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面、第8面、第23面および第24面については、それぞれ数1の非球面の式に表12に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。すなわち、ファインダ接眼光学系G2Bの正レンズ群F1A

の瞳面側の厚肉の凸レンズL11Aの両面（第23面、第24面）を非球面として、収差を良好に補正するようにしている。

【0071】

【表12】

非球面

面	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-1.46253E-04	-1.38034E-06		
24	0.	-2.50641E-04	1.51017E-06		

【0072】図12～図14に本実施例における収差図を示す。このうち、図12は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図13は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図14は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図12～図14のいずれにおいても、収差が良好に補正されていることが

わかる。図5に示す第4の実施の形態に係る実施例である第4の実施例におけるレンズデータを表13～表16に示す。このうち、表13は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表14は、第4の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Cのデータであり、表2とは若干相違する。表15は、可変部分の可変範囲および表16は、非球面のデータである。

【0073】

【表13】

撮影光学系

面 番 号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可 変			
7	0.00000	0.50000	絞 り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可 変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可 変			

【0074】

ファインダ接眼光学系

【表14】

面 番 号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.81000	実 像 面		
21	-10.00000	27.00000		1.49154	57.82
22	-12.43500	0.50000			
23*	20.00000	12.80000		1.49154	57.82
24*	-23.81000	3.25000			
25*	25.92500	1.00000		1.49154	57.82
26	7.77300	15.00000			
27	0.00000		瞳 面		

【0075】表13および表14においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSは、平面である。表13において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表15の範囲で

変化させることができる。表15に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0076】

【表15】

可変範囲

面 番 号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14	~ 7.76	~ 1.6
17	0.6	~ 5.31	~ 13.63
19	9.36	~ 8.46	~ 8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~ 8.80	~ 14.99

【0077】表13および表14において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面、第8面、第23面、第24面および第25面については、それぞれ数1の非球面の式に表16に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。すなわち、ファインダ接眼光学系G2Cの正レンズ群F1Aの瞳面側の厚肉の凸レンズL11Aの両面

(第23面、第24面)および負レンズ群F2Cを構成する負のメニスカスレンズL12Cの物体側の面である第25面を非球面として、一層収差を良好に補正するようにしている。

【0078】

【表16】

非球面

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
23	0.	-1.43900E-04	-1.28714E-06		
24	0.	-2.08521E-04	1.29284E-06		
25	0.	4.26647E-05	2.20397E-06		

【0079】図15～図17に第4の実施例における収差図を示す。図15は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図16は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図17は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図15～図17のいずれ

においても、収差が良好に補正されていることがわかる。上述した第1～第4の実施例におけるファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cの全長と、それぞれにおける撮影光学系が広角端WIDE、中間焦点距離MEANおよび望遠端TELEのファインダ倍率（像倍率）を表17に示す。

【0080】

【表17】

	ファインダ 光学系全長	ファインダ倍率	
第1の実施例	55.036mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	0.99
第2の実施例	55.021mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	1.01
第3の実施例	44.55mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	1.01
第4の実施例	44.55mm	W I D E	0.32
		M E A N	0.53
		T E L E	0.91

【0081】表17によれば、焦点距離の短い撮影光学系を用いても、ファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cの全長を像反転に十分な長さとして、しかも撮影光学系が広角端WIDE、中間焦点距離MEANおよび望遠端TELEのいずれの状況にあっても高いファインダ倍率を得ていることがわかる。上述のようにして、TTLファインダ光学系において、焦点距離の短い撮影光学系と組み合わせるファインダ接眼光学系を工夫して、高いファインダ倍率を確保し、しかも像反転のための実長を長くし得るようすることができる。

【0082】また、ファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cを正レンズ群F1、F1Aと負レンズ群F2、F2A～F2Cとで構成し、正レンズ群F1、F1Aを1以上の正レンズまたは正レンズと負レンズとの組み合わせで構成し、該正レンズ群の実像面に最も近いレンズ面を物体側に凹面とし、そして負レンズ群F2、F2A～F2Cを正レンズと負レンズとの組み合わせまたは単一の負レンズで構成するようにして、適切に収差補正されたTTLファインダ光学系とすることができる。

【0083】さらにまた、正レンズ群F1、F1Aおよび負レンズ群F2A、F2Cに非球面レンズを用いることにより、一層良好な収差補正が施されたTTLファインダ光学系とすることができる。また、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保するとともに、高画角で明るく、大きな変倍比を得ることを可能とする撮影光学系を用いても、高いファインダ倍率を確保することができる。

【0084】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の請求項1によれば、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系において、前記撮影光学系に

よる実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを、物体側に凹のレンズ面を有するレンズで構成することにより、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を低い製造コストで得ることができるTTLファインダ光学系を提供することができる。

【0085】本発明の請求項2のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含む構成により、特に、適切に収差補正することが可能となる。本発明の請求項3のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成することにより、特に、低い製造コストで収差を少なくすることができる。

【0086】本発明の請求項4のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含む構成とする構成により、一層良好な収差補正を実現することが可能となる。本発明の請求項5のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含む構成により、特に簡単な構成で適切にファインダ視度を補正することができる。

【0087】本発明の請求項6のTTLファインダ光学系によれば、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を

有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズーミング時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物

- (1) $2.4 < |f_1| / f_W < 2.6$ ($f_1 < 0$)
- (2) $f_3 / f_W < 6.8$ ($f_3 > 0$)
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0, f_3 > 0$)
- (4) $1.75 < b f_W / f_W$

を満足するズーム光学系を含む構成により、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保することができるとともに、高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても高いファインダ倍率を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を模式的に示す光学系配置図である。

【図2】図1のTTLファインダ光学系を実際にカメラに組み込んだ状態の要部の構成を模式的に示す斜視図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を模式的に示す光学系配置図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を模式的に示す光学系配置図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を模式的に示す光学系配置図である。

【図6】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図7】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図8】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図9】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図10】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施

例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図11】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図12】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図13】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図14】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図15】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図16】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図17】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図11】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図12】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図13】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図14】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図15】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

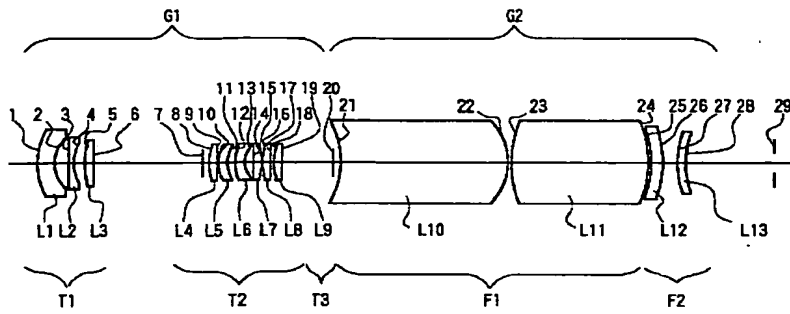
【図16】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図17】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

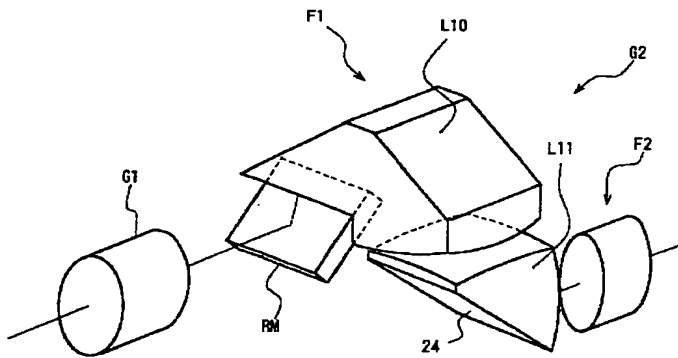
【符号の説明】

G1 撮影光学系
 G2, G2A, G2B, G2C ファインダ接眼光学系
 T1 第1レンズ群
 T2 第2レンズ群
 T3 第3レンズ群
 F1, F1A 正レンズ群
 F2, F2A, F2B, F2C 負レンズ群
 L1~L13, L10A, L11A, L12A, L12B, L12C レンズ
 RM 光学部材

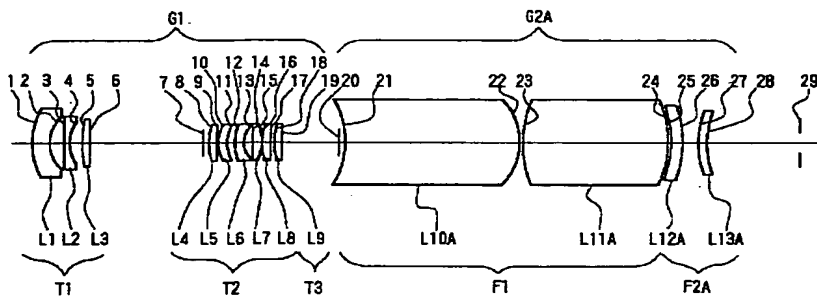
【図1】



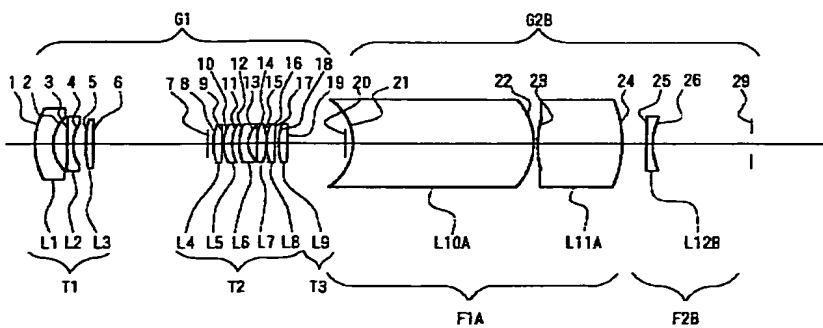
【図2】



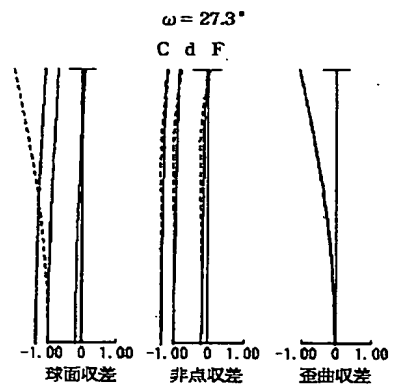
【図3】



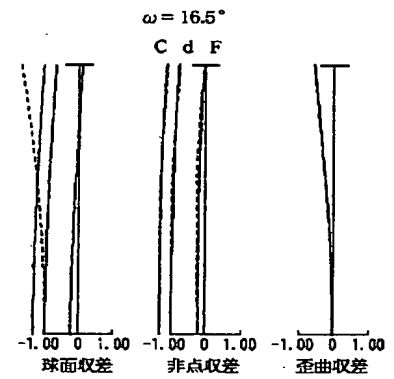
【図4】



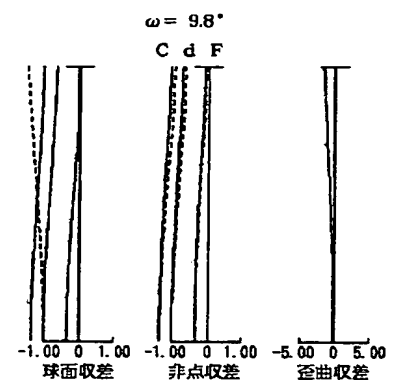
【図6】



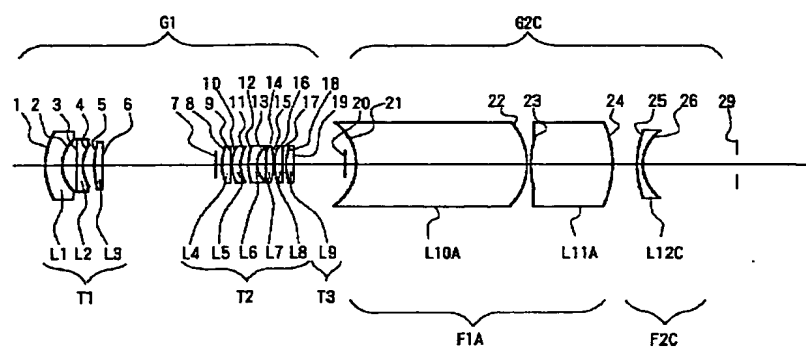
【図7】



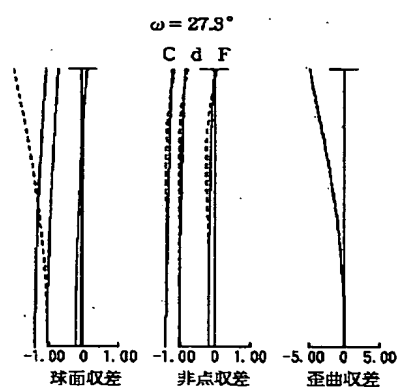
【図8】



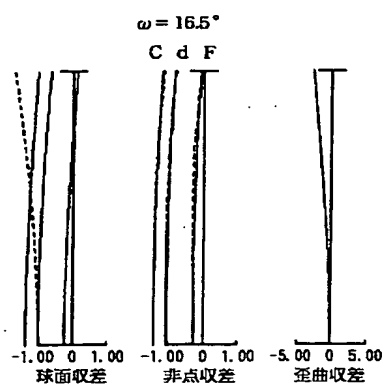
【図 5】



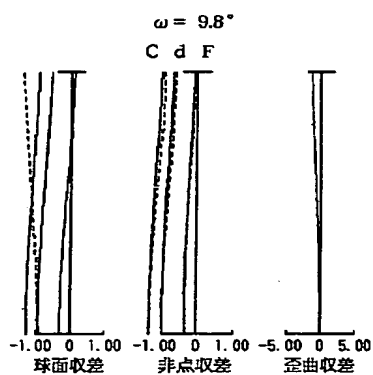
【図 9】



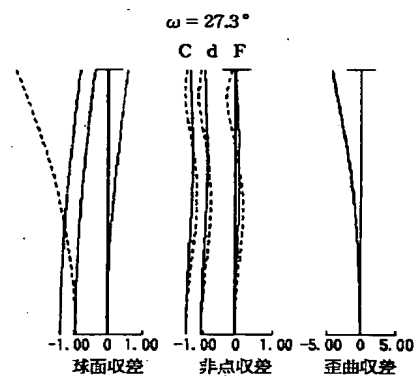
【図 10】



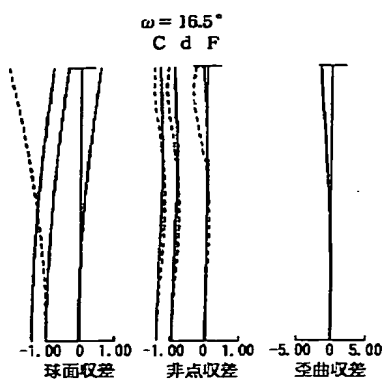
【図 11】



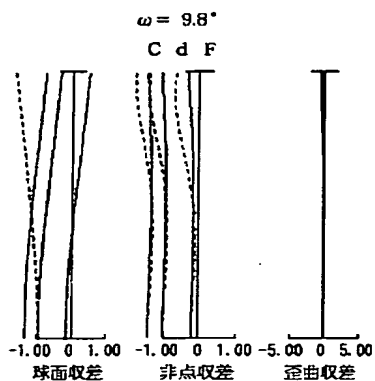
【図 12】



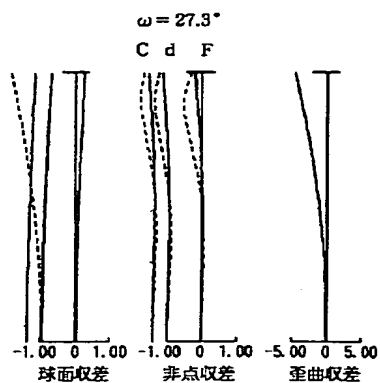
【図 13】



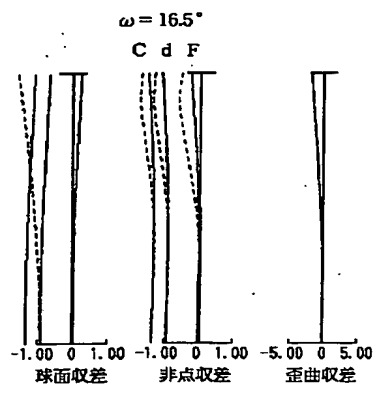
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

